

LES OBSTACLES ET LEUR PRISE EN COMPTE DIDACTIQUE

Brigitte Peterfalvi

l'obstacle
comme
nécessité
fonctionnelle
de la pensée

Les problématiques développées en didactique des sciences depuis une quinzaine d'années ont remis à l'ordre du jour l'idée d'obstacle épistémologique, proposée par Bachelard en 1938. Renouvelant le courant de recherches sur les représentations ou conceptions des apprenants, ce concept est venu donner sens et cohérence à ce qui pouvait apparaître comme singularités ou bizarreries dans la pensée des apprenants. Il introduit un aspect dynamique, passant d'un point de vue réifiant sur des objets mentaux, parfois rassemblés en catalogues, à un point de vue sur des fonctionnements. Il met en particulier l'accent sur les inerties, les processus de résistance de la pensée par rapport à ce qui peut remettre en question ses assises et ouvre des perspectives pour la prise en compte des représentations dans les processus d'enseignement/apprentissage. Dans cette optique, les "erreurs", "idées fausses", "écarts" aux connaissances socialement reconnues, loin d'être le produit du hasard ou d'un manque de connaissances, obéissent à une logique qui constitue une nécessité pour le sujet et a pour lui une fonction positive. Ils procèdent d'un processus incontournable, intrinsèque à la construction de la pensée, qui doit s'en émanciper pour se former. Il ne s'agit pas de difficultés, puisque le sujet peut au contraire avoir l'impression de comprendre. Il ne s'agit pas non plus de lacunes, mais au contraire de "trop pleins de la pensée", comme le dit Michel Fabre (1), de systèmes de connaissances polymorphes souvent chargés affectivement, qui permettent au sujet d'appréhender les phénomènes et d'orienter son action. C'est ce qui lui fait apparaître comme inutile ou même dangereux un nouveau point de vue. L'attachement à ces systèmes de pensée, lié à leur fonction positive, explique leur récurrence, leur résistance au changement et à la réfutation.

un concept
diversement
adapté au
contexte scolaire...

Par rapport aux problématiques d'étude des représentations, un double déplacement s'est opéré avec ce courant de recherches. De l'étude des représentations ou conceptions des élèves on est passé à celle des obstacles qui les soutiennent ; de l'étude descriptive de ces fonctionnements intellectuels on est passé à la théorisation et aux essais pratiques de modalités didactiques pour les traiter.

Si un accord général pour la prise en compte des obstacles dans l'enseignement des sciences semble se manifester dans les milieux didactiques et pourrait même constituer une cer-

(1) FABRE M. (1995), *Bachelard éducateur*, Paris : PUF.

...objet de
résistances...

taine vogue, le terme n'est pas toujours pris tout à fait dans le même sens. Ainsi, le qualificatif "épistémologique", employé à l'origine par Bachelard est parfois remplacé par d'autres ("ontogénétique", "psychologique", "didactique", "pédagogique"...), témoignant de l'effort d'adaptation du concept aux problèmes posés dans le cadre de l'enseignement, mais aussi de la diversité des perspectives adoptées. La tendance à la réification et à l'assimilation à de simples difficultés qui s'exprimait auparavant à propos des représentations ou conceptions est en outre toujours latente. C'est que le concept d'obstacle est difficile à cerner et que des résistances se manifestent à son égard, notamment dans les milieux enseignants.

Dans une perspective apparentée, mais sans toujours employer le terme d'"obstacle", certains courants ont développé un point de vue qui met l'accent sur des aspects transversaux de la pensée (le "*raisonnement linéaire causal*" ou la "*pensée séquentielle*" décrits par J.-L. Closset, S. Rozier et L. Viennot) comme explication unifiante de la production d'erreurs dans des domaines de connaissance disjoints. Le terme d'obstacle est lui-même repris parfois en référence à des aspects plus ou moins transversaux à différents contenus conceptuels. Bachelard le proposait aussi dans ce sens lorsqu'il parlait de l'obstacle de l'"*expérience première*", de "*la pensée générale*", ou de "*l'animisme dans les sciences physiques*", bien que toujours en relation avec des contenus spécifiés. Mais c'est souvent en référence aux aspects structuraux piagétiens liés au développement de la pensée opératoire, que de tels aspects transversaux sont évoqués, puisque la didactique s'intéresse à la genèse des concepts scientifiques chez les enfants, dans le cadre de l'enseignement, donc à l'épistémologie génétique. C'est ainsi qu'on parle de l'anthropomorphisme, de l'adualisme de la pensée, de la prédominance des fonctions figuratives... Même si les perspectives bachelardienne et piagétienne ne se recouvrent pas entièrement, un parallèle est souvent opéré entre l'idée de déséquilibre et de rééquilibration de Piaget et celle de rectification de la pensée chez Bachelard. Elles constituent souvent une double référence pour les didacticiens, qui empruntent chez chacun de ces auteurs ce qui s'intègre à leur problématique propre.

...objet de
controverses

La référence aux aspects transversaux de la pensée est toutefois contestée par certains, en liaison avec des travaux plus récents de la psychologie cognitive qui considèrent les avancées significatives de la pensée davantage liées aux domaines particuliers où elle s'applique, et dans une autre optique, par l'évacuation des aspects symboliques de la pensée qu'un tel point de vue structural représente. La conception qui en découle pour les obstacles est de ce fait différente, ainsi que les façons dont on envisage de les traiter.

Diverses tentatives ont eu lieu pour prendre en compte ces dynamiques dans l'enseignement. La proposition par J.-L.

des tentatives
de prise
en compte dans
l'enseignement

Martinand dès les années 84-86 de travail par "objectifs-obstacles" en est un des premiers exemples (2). Un colloque tenu au Canada en 1989 a fait un premier point sur les stratégies didactiques du traitement des obstacles et plus particulièrement sur les apports et les limites du conflit socio-cognitif dans ce domaine (3). Diverses réalisations pratiques ont été mises en œuvre depuis cette période. Elles mettent en jeu différents principes, notamment celui de conflit socio-cognitif emprunté à l'école genevoise néo-piagétienne, celui de "déconstruction" des réseaux d'idées constitués en obstacles reprenant l'idée bachelardienne de "*psychanalyse de la connaissance*", celui de réflexion épistémologique des élèves ou encore de "*dérangement épistémologique*" comme le proposent M. Larochelle et J. Désautels (4) (1992).

En quoi consistent ces réalisations ? À quelles évolutions des modes de pensée aboutissent-elles ? Quelles en sont les limites ? En quoi l'idée bachelardienne d'obstacle est-elle modifiée pour s'adapter aux problèmes de l'apprentissage scolaire ? Les obstacles sont-ils envisagés comme passages obligés de la pensée en développement ou cherche-t-on, par des pratiques didactiques appropriées à les éviter ? Quels sont chez les enseignants les obstacles à l'idée d'obstacle ?

Les articles que nous réunissons dans ce numéro contribuent à éclairer la façon dont ces questions sont actuellement évoquées. Chacun d'entre eux, outre des développements sur le concept d'obstacle ou sur l'analyse d'obstacles à la construction de concepts spécifiés, propose et analyse des modalités de prise en compte possible par l'enseignement. Dans la plupart des cas, il s'agit de modalités de travail effectivement testées. Certains articles, comme celui de Marcelle Goix, fournissent en outre des données et analyses sur l'évolution effectivement obtenue chez les élèves à la faveur de ces pratiques. À travers cet ensemble de contributions, une diversité de conceptions de cette prise en compte apparaît.

Les trois derniers articles que nous proposons, ceux de Marcelle Goix, Elisabeth Plé et moi-même sont issus d'une même recherche de l'Institut National de Recherche Pédagogique, "Objectifs-obstacles et situations d'apprentissage dans le champ conceptuel des transformations de la matière".

-
- (2) MARTINAND J.-L. (1986), *Connaître et transformer la matière*, Berne : Peter Lang.
 - (3) BEDNARZ N., GARNIER C. (eds), (1989), *Construction des savoirs, obstacles et conflits*, Ottawa, CIRAIDE, Agence d'Arc.
 - (4) LAROCHELLE M., DÉSAUTELS J. (1992), *Autour de l'idée de science*, Université de Laval et Bruxelles : De Boeck.

Les combinatoires de la continuité et de la rupture

appui sur l'existant,
saut dans
l'inconnu...

Guy Rumelhard présente le problème en opposant trois attitudes différentes qui évitent un réel travail sur les obstacles : "*s'installer dans la rupture avec la pensée commune*", "*rester dans la représentation ou y revenir*", "*nier les obstacles sous couvert de les étudier*". Après avoir posé la question de la possibilité de définir des procédés, il évoque, pour sa part, un travail sur les obstacles, sous la forme de "*révolutions conceptuelles inaperçues*" et de "*subversions infinitésimales*" qui s'intègrent à l'enseignement sans constituer des moments vraiment individualisables ou des procédés généralisables. Ainsi l'emploi du même terme "savoir" comme substantif ou comme verbe renvoie à des conceptions épistémologiques tout à fait différentes.

...ou instauration
d'une dialectique

L'opposition qu'il relève dans les façons de gérer les ruptures nécessaires et qui évitent selon lui la prise en compte réelle des obstacles peut se retrouver dans une certaine mesure dans les pratiques qui se réclament au contraire d'un tel travail. Le problème est de gérer simultanément la rupture épistémologique et une continuité psychologique qui permette au sujet de s'investir dans ce travail. La combinatoire qui en résulte peut osciller entre deux pôles : l'un privilégiant la continuité, l'autre la rupture. Deux des articles peuvent illustrer l'opposition sur un tel axe.

L'appui sur le sensible ou sur l'abstrait

le vécu sensoriel
comme condition
de l'appropriation...

Celui de Jack et Françoise Guichard insiste, à propos d'activités proposées dans le cadre de musées, sur la nécessité d'ancrer des surprises, visant à déstabiliser certains obstacles, dans un vécu sensoriel qui puisse servir de référence vraiment appropriée par le sujet. Dans ce sens, la surprise et la nouveauté s'intègrent à l'univers sensoriel et émotionnel familier et c'est même une condition de son appropriation. C'est ainsi que des enfants invités à dérouler une "corde du temps" remettent en question de façon physiquement éprouvée leur conception des temps historique et géologique. Ce type d'approche est sans doute lié au cadre dans lequel il est développé. Le musée oblige en effet par la brièveté de l'action possible à privilégier le frappant et le spectaculaire. Même s'il est question de rupture, on cherche une continuité psychologique forte. D'une certaine façon, l'intuition sensible est utilisée pour se combattre elle-même. L'obstacle est utilisé contre l'obstacle.

Tout à l'opposé, l'article de Pascal Ballini, Guy Robardet et Jean-Michel Rolando propose une pratique, concernant l'apprentissage de l'énergie en classe de Première, où l'intuition sensible est combattue par la référence systématisée à un principe théorique en rupture avec cette dernière (le principe de conservation). Les élèves sont invités à confronter à ce principe abstrait les interprétations qu'ils donnent lors de la résolution de problèmes successifs, en examinant systé-

...le principe
abstrait
comme condition
du contrôle
de la pensée

matiquement la cohérence théorique de l'ensemble. Ces auteurs visent le développement d'un processus d'autocontrôle de la pensée, par référence à un outil intellectuel fourni par l'enseignant. Il s'agit bien ici d'installer dans la rupture, par une automatiser de la référence et du contrôle théorique. À l'opposé de ce qui est proposé par Jack et Françoise Guichard, on se garde de s'appuyer sur l'intuition sensible. Au contraire, l'appui se situe dans une certaine ritualisation du théorique, appartenant au paradigme visé, avec une intention de familiarisation. Ce n'est pas pour autant que les idées des apprenants ne sont pas examinées, comme dans les cas évoqués par Guy Rumelhard, lorsqu'il parle d'évitement du travail sur les obstacles, par l'installation dans la rupture. Si l'on s'installe bien ici dans la rupture, de là où on est, on examine les interprétations naïves. C'est dans cette mesure que cette pratique propose un travail des obstacles.

Déstabilisation préalable ou familiarisation au paradigme à construire

fournir d'abord
des éléments
de construction...

Sur un autre axe, ce dernier type de procédé didactique s'oppose aux pratiques qui tentent des remises en cause des systèmes de pensée par conflits socio-cognitifs. Deux options s'opposent en effet à cet égard, combinant différemment continuité et rupture :

- introduire d'emblée certains éléments du paradigme à construire et les faire fonctionner à propos de différents problèmes, ce qui implique leur confrontation aux systèmes de représentation existants ; c'est l'option adoptée dans l'article de Pascal Ballini *et al.*;
- déstabiliser d'abord les systèmes de représentations existants en utilisant des confrontations entre élèves et/ou à des phénomènes inexplicables, et utiliser la dynamique ainsi créée pour reconstruire un nouveau réseau.

...déstabiliser
d'abord
les systèmes
de pensée
existants

C'est une stratégie de ce type que propose Élisabeth Plé, à propos de l'obstacle qui empêche d'attribuer une matérialité à l'air, lorsqu'elle demande à des élèves de fin d'école primaire de discuter sur leur prévision du niveau de l'eau dans un verre renversé immergé dans une bassine d'eau, de confronter leurs prévisions avec la réalisation de l'expérience et d'inventer de nouvelles expériences pour faire monter l'eau dans le verre. Le conflit socio-cognitif ainsi installé est à l'origine de l'effort de reconstruction à travers une série d'activités visant à délimiter les concepts d'air et de matière.

Un procédé proposé par Marcelle Goix, concernant une activité de modélisation de la croissance des végétaux en classe de Sixième occupe une position intermédiaire. Après mobilisation d'un principe de conservation de la quantité de matière acquis pour la plupart des élèves pour la matière inerte (pesée de pâte à modeler avant et après déformation), il conduit à dégager collectivement dans la classe un prin-

cipe de conservation analogue pour le vivant (*pour que la masse de la plante s'accroisse, il est nécessaire que de la matière s'ajoute à celle qui la constitue déjà*), loin d'être mis en œuvre spontanément par tous, et correspondant précisément à un des aspects de l'obstacle travaillé, le vitalisme. Pour cela, les élèves sont invités à représenter avec divers matériaux (pâte à modeler, légos) la croissance d'une plante. La confrontation entre les divers "modèles" ainsi construits permet de repérer et de discuter le non-ajout de matière dans certains d'entre eux et donc cette (non)-conservation. Un principe général nouveau de conservation se construit mais sur la base du transfert d'un acquis dans un autre champ de connaissance. Il pourra servir de repère pour examiner les "modèles" proposés par chacun. Les confrontations entre "modèles" permettront de travailler sur le mode du conflit socio-cognitif d'autres aspects du vitalisme, comme l'ajout de matière non intégré à la matière vivante, qui conserve ainsi ses caractéristiques intrinsèquement différentes et magiques.

La quête du sens

La nécessité de l'ancrage d'un travail sur les obstacles dans une activité intellectuelle qui ait un réel sens pour les élèves représente une préoccupation majeure pour certains auteurs. Car le travail sur les obstacles, qui constitue un défi pour l'enseignement puisqu'il s'agit de s'attaquer à ce qui justement lui résiste, ne peut se faire que si les apprenants en sont personnellement les acteurs. L'ancrage émotionnel et sensoriel que nous avons évoqué chez Jack et Françoise Guichard peut aussi être interprété dans ce sens.

Dans cet esprit, Michel Fabre et Christian Orange développent la thèse selon laquelle les difficultés rencontrées dans les tentatives de traitement des obstacles tiennent au fait qu'on a jusqu'ici privilégié dans ce but la résolution de problèmes. Or, pour ces auteurs, si une connaissance a un sens pour celui qui l'acquiert, c'est en réponse à un problème qui a lui-même un sens réel pour le sujet. Dans cette mesure, il lui est tout aussi important de construire le problème que de le résoudre. L'article propose l'analyse de la construction d'un "espace problème" par une classe d'école primaire, à propos de la digestion et l'assimilation, reposant sur la filiation et le déplacement des questions, réponses, alternatives successives engendrés par le débat collectif. Le sens réside dans la problématisation par les élèves et c'est dans cette mesure qu'ils seront dans la possibilité de dépasser certains obstacles qu'elle met en jeu.

Guy Robardet, dans *"le jeu des résistors"* reprend les concepts de *dévolution* du problème et de situation *a-didactique* proposés par Brousseau dans le cadre de la didactique des mathématiques. Il ne s'agit plus ici de conduire les élèves à problématiser, mais d'œuvrer en sorte qu'ils se saisissent d'un problème que l'enseignant leur propose et qu'ils

conduire
les élèves
à construire
le problème

...à prendre
le problème
à leur propre
compte...

le fassent vraiment leur. La mise en scène proposée ici pour cela est la "dramatisation" par un jeu, où, après un entraînement à deux, des équipes rivales gagnent ou perdent des points, dans une activité qui met en cause la représentation courante de l'électrocinétique et notamment la conception "du générateur à courant constant" et celle de l'épuisement du courant après son passage dans des composants. La sanction est donnée par le système lui-même (selon les intensités obtenues dans une portion de circuit) et non par l'enseignant en référence à un savoir institué. C'est en cela que la situation est "*a-didactique*" et porteuse de sens pour les élèves. Les connaissances acquises seront institutionnalisées, mais seulement après ce passage de recherche ludique, comportant des formalisations collectives et des débats.

...tâche qui
exige attention
et souplesse
de l'enseignant

Élisabeth Plé, à propos de la situation que nous avons évoquée plus haut reprend aussi cette idée de dévolution du problème, en la liant à celle de la nécessité de flexibilité des situations proposées aux élèves. Pour que les élèves se saisissent vraiment du problème, il est nécessaire qu'ils soient en mesure d'infléchir la façon dont on le leur propose. C'est ainsi que lorsqu'ils commencent par nier une observation qui contredit leur prévision ("l'eau montera dans le verre renversé et immergé"), l'enseignante les met en demeure d'aller au bout de leur idée par une expérience à inventer, et les conduit à prendre conscience par leur propre démarche des contradictions où elle les entraîne. L'auteur souligne que cette flexibilité des enseignants est loin d'être évidente, car outre la compréhension de son impact sur l'enrôlement des élèves, elle nécessite de leur part une assurance, un esprit d'à propos, une connaissance des processus intellectuels, un répertoire d'actions possibles... Élisabeth Plé étudie cette question en relation avec celle de la limite du caractère reproductible de dispositifs testés.

conduire
les élèves à
reconnaître
les obstacles

Une autre orientation dans cette quête du sens est proposée dans ma propre contribution, au travers d'activités d'identification d'obstacles par les élèves eux-mêmes. Un regard rétrospectif sur la façon dont on raisonnait avant un travail mettant en jeu des obstacles et la compréhension de ce en quoi ces représentations étaient utiles peut constituer le déclic de la compréhension et de la délimitation entre les connaissances construites et celles auxquelles on a dû renoncer. Il permet de comprendre ce qui poussait à penser autrement auparavant, de dédramatiser l'erreur et la relativiser et simultanément de construire une vigilance vis-à-vis des résurgences de tels modes de pensée dans des situations ultérieures. Il peut constituer une réponse au problème de la résistance des obstacles aux tentatives pour les déstabiliser.

Quelques questions sur les stratégies de travail des obstacles

Certains auteurs insistent sur la nécessité d'un travail à long terme, en relation avec leur forte résistance ("*attaquer les obstacles par plusieurs faces*" chez Élisabeth Plé). D'autres soulèvent le problème de la nécessité d'une relative rapidité pour que l'activité soit réalisable malgré les contraintes scolaires, ou comme le font Jack et Françoise Guichard pour le cadre du musée. À cette opposition on peut associer celle du spectaculaire au répétitif (familiarisation à un principe abstrait) chez Ballini *et al.*, ou encore celle du spectaculaire à l'inaperçu (subversions infinitésimales qui s'insèrent dans le cours de façon quasi inaperçue, mais en changeant le sens, chez Rumelhard). Ces options sont-elles alternatives ou peuvent-elles être utilement associées dans une complémentarité à rechercher ?

Les échanges entre élèves sont valorisés dans la quasi totalité des contributions. Cependant les références ne sont pas toujours les mêmes. Si certains se réfèrent au conflit socio-cognitif comme moteur du changement ou d'une manière plus générale à l'interaction sociale comme source du développement cognitif, d'autres adoptent plutôt le terme de "débat", en référence à une caractéristique de la pensée scientifique, comme production sociale, soumise à la critique. La référence des premiers se situe plutôt sur un plan psychologique, celle des seconds sur un plan épistémologique. Mais le terme de "débat" n'évacue-t-il pas les aspects affectifs et symboliques dont on sait qu'ils affectent les obstacles, en plaçant la confrontation sur un terrain trop purement rationnel ?

négativité
du conflit
positivité
du débat ?

Des termes divers circulent dans ces textes à propos des attentes vis-à-vis des actions entreprises : faire "franchir" les obstacles, les "déstabiliser", les "ébranler", conduire à les "dépasser", à les "reconnaître", faire "travailler les obstacles". Que traduisent au juste ces variations quant au but que l'on pense être en mesure d'atteindre ?

Pas de méthode de traitement universelle des obstacles

Plusieurs auteurs insistent sur le fait qu'il serait vain de rechercher un procédé universel pour favoriser le dépassement des obstacles. Chacun des articles proposés présente une ou plusieurs situations visant à les faire travailler, mais aucun ne prétend à une généralité ou une exclusivité du procédé. Pour Guy Rumelhard "*le polymorphisme de l'obstacle implique une pluralité d'actions à inventer dans chaque situation*". Quant à Michel Fabre et Christian Orange, ils tentent une typologie des ruptures (ruptures "métaphysiques", "développementale" et "simple"). "*Ces trois types de rupture, disent-ils, aux caractéristiques épistémologiques*

une pluralité
d'actions
à inventer

bien repérables, n'engagent pas les mêmes changements conceptuels et exigent certainement des traitements didactiques différents."

Ce numéro d'*Aster* présente un aperçu des problématiques développées actuellement autour du travail des obstacles. Le prochain numéro complétera ce tour d'horizon. Nous y proposerons notamment des contributions sur les contraintes auxquelles ce type de travail se confronte dans le système scolaire et sur le point de vue que les enseignants adoptent à son égard.

Brigitte PETERFALVI,
Équipe de didactique des sciences
expérimentales, INRP.